

Foto: André Andres



Influência da Época de Semeadura e de Condições Hídricas no Crescimento e Desenvolvimento de Arroz-daninho e Cultivares de Arroz Irrigado

André Andres¹
Diogo da Silva Moura²
Fábio Schreiber³
Giovani Greigh de Brito⁴
Germani Concenço⁵

Dentre as espécies daninhas que infestam as lavouras de arroz irrigado no RS, destaca-se o arroz-daninho como aquela que mais limita o potencial de produtividade da cultura, estando presente em todas as regiões do estado (AGOSTINETTO et al., 2001). Atualmente, com o surgimento da tecnologia Clearfield®, o método de controle mais utilizado é o químico com herbicidas pertencentes ao grupo químico das imidazolinonas, inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS), em função da eficiência, rapidez de ação e praticidade de utilização. Entretanto, a aplicação desses herbicidas em doses não recomendadas, com residuais prolongados e/ou a ausência de rotação de mecanismos de ação ao longo do tempo em uma mesma área, ocasionou pressão de seleção (VARGAS, 2017) e favoreceu o surgimento de biotipos de arroz-daninho resistentes às imidazolinonas. Nesse sentido, diversos biotipos de arroz-daninho já foram constatados como resistentes a herbicidas inibidores da ALS no Brasil (HEAP, 2017).

Somando-se a todos esses fatores, o arroz-daninho ainda é capaz de produzir uma grande quantidade de sementes, assim alimentando o banco de sementes do solo, as quais podem permanecer viáveis por longo período de tempo (CHIN, 2001). Essas sementes, por apresentarem alta variabilidade genética, podem germinar em períodos diferentes, causando diversos fluxos de emergência ao longo do tempo. Esses fluxos de emergência são influenciados pela temperatura e umidade do solo, as quais variam ao longo do ciclo de cultivo do arroz-irrigado, causando problemas de eficiência de controle, mesmo quando práticas de manejo são realizadas (SCHWANKE et al., 2008).

Portanto, torna-se importante entender a dinâmica da influência de diferentes épocas de emergência do arroz-daninho no seu crescimento e desenvolvimento, bem como das cultivares que vêm sendo utilizadas nas lavouras. É também necessário o aprofundamento dos estudos sobre essa planta daninha, pois ainda existem lacunas

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências Agrárias e Florestais, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

² Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, doutorando em Fisiologia Vegetal, Ufpel, Pelotas, RS.

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitossanidade, bolsista da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

de conhecimento, como quanto ao entendimento dos fatores associados à capacidade competitiva do arroz-daninho com a cultura do arroz-irrigado, e do custo adaptativo de biotipos resistentes a herbicidas. Nesse sentido, algumas questões precisam ser respondidas para auxiliar essa compreensão: existem diferenças morfométricas do sistema radicular da cultura e da espécie daninha? E entre biotipos suscetíveis e resistentes a herbicidas? Qual a influência de diferentes regimes hídricos no sistema radicular de cultivares de arroz irrigado e biotipos de arroz-daninho?

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar parâmetros morfométricos de raízes de cultivares de arroz irrigado e biotipos suscetíveis e resistentes de arroz-daninho em diferentes regimes hídricos, bem como parâmetros de crescimento e desenvolvimento em quatro diferentes épocas de semeadura (duas extremas – setembro e dezembro; e duas dentro do período normal de semeadura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul).

Para alcançar os objetivos, foram conduzidos dois experimentos, os quais estão presentes em projeto Capes/Embrapa, edital de 2014. O primeiro experimento foi conduzido em casa de vegetação na Estação Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão (RS), no período de março a abril de 2017. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, arranjado em esquema fatorial 2 x 6, com três repetições.

O fator A foi composto por dois regimes hídricos: capacidade de retenção de água no solo (CC), sendo essa a capacidade máxima de armazenamento de água pelo substrato (considerada 100%), e déficit hídrico (DH), que correspondeu a 60% do volume de água existente na CC. No fator B, foram alocados diferentes biotipos de *Oryza sativa*: S33 e S140 (biotipos de arroz-daninho suscetível aos herbicidas do grupo das imidazolinonas); R150 e R226 (biotipos de arroz-daninho resistentes aos herbicidas do grupo das imidazolinonas); cultivar BRS Pampa (suscetível aos herbicidas do grupo das imidazolinonas) e uma linhagem precoce da Embrapa (CL), resistente aos herbicidas do grupo das imidazolinonas.

Inicialmente, as sementes dos materiais foram colocadas para germinar em rolos de papel

umedecidos com água destilada, na quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco, as quais foram mantidas em germinador regulado a 25 - 30 °C. Após sete dias, quando as mesmas já apresentavam radícula, foi realizado o transplantio das plântulas para rizotrons preenchidos com substrato, que constituíram as unidades experimentais.

A irrigação dos rizotrons foi realizada diariamente, visando a manutenção dos mesmos em CC. Aos 12 dias após o transplantio (DAT), metade dos rizotrons passaram a não receber irrigação, caracterizando assim o tratamento DH. O estudo foi conduzido até os 21 DAT, momento no qual foram realizadas as avaliações.

As variáveis avaliadas foram: comprimento radicular total e volume total de raízes, sendo que as mesmas foram fotografadas (Figura 1) e posteriormente analisadas com o software WinRHIZO Pro2013, e massa seca de raízes, obtida após secagem em estufa com circulação forçada de ar (65 °C) até massa constante.

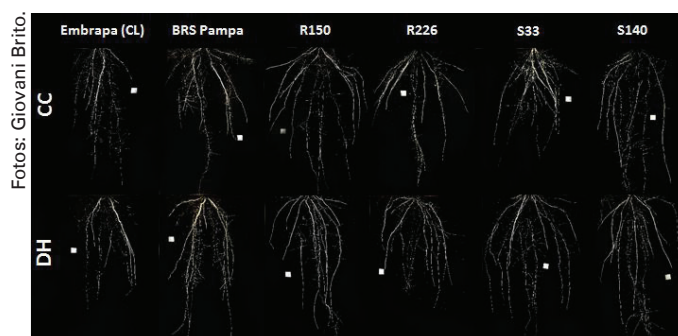


Figura 1. Sistema radicular de cultivares de arroz irrigado e biotipos de arroz-daninho submetidos a dois regimes hídricos: capacidade de retenção de água do solo (CC) e déficit hídrico (DH).

Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade, pelo teste de Shapiro-Wilk e à homocedasticidade, pelo teste de Hartley, e, posteriormente, submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$); quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade.

O segundo experimento foi conduzido na Estação Experimental Terras Baixas, da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS, na safra 2016/2017, sendo o solo da área experimental classificado como Planossolo Háplico, com teor de matéria orgânica de 1,9%. O experimento foi

realizado em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições e dois fatores. Fator A: época de semeadura em 23 de setembro de 2016 (Época 1); 24 de outubro de 2016 (Época 2); 18 de novembro de 2016 (Época 3); 13 de dezembro de 2016 (Época 4); e fator B: biotipos de *Oryza sativa*: S33 e S140 (biotipos de arroz-daninho suscetíveis aos herbicidas do grupo das imidazolinonas); R150 e R226 (biotipos de arroz-daninho resistentes aos herbicidas do grupo das imidazolinonas); cultivar BRS Pampa (susceptível aos herbicidas do grupo das imidazolinonas) e uma linhagem precoce da Embrapa (CL), resistente aos herbicidas do grupo das imidazolinonas.

As unidades experimentais consistiram em três linhas de 0,5 m de comprimento, com espaçamento de 0,25 m entre linha (0,25 m²). A semeadura, em todas as épocas, foi realizada manualmente utilizando-se 30 sementes por linha. A adubação foi realizada com aplicações de 250 kg ha⁻¹ de adubo formulado 5-25-25 (NPK), e 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio por unidade experimental, aos sete dias após a semeadura. Juntamente com o início da irrigação, no estágio de desenvolvimento V3-V4, foi realizada uma segunda aplicação com 45 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

Próximo à colheita de cada época de semeadura, foram avaliadas as variáveis: estatura de dez plantas por unidade experimental, número de colmos por planta e porcentagem de panículas férteis, sendo que para essas duas últimas foram consideradas todas as plantas da parcela. Após essas análises, procedeu-se à colheita manual de 15 panículas, para as quais foram realizadas então análises quanto à massa de mil grãos, porcentagem de grãos chochos e número de grãos por panícula (no caso de panículas de arroz-daninho, devido ao degrane precoce, procedeu-se à contagem total das inserções dos grãos por panículas, obtendo-se o número final de grãos por panícula).

Para atender o objetivo do estudo, que foi avaliar a variabilidade no crescimento e desenvolvimento dos biotipos de *Oryza sativa* em diferentes épocas de semeadura, somente o Fator A foi considerado. Sendo assim, os dados foram apresentados em função dos intervalos de confiança no nível de 95%, segundo Cumming et al. (2004). Por esse método, a comparação entre tratamentos é feita com base em

um intervalo de resposta esperado para situações similares às de lavoura, e não com base somente nas respostas dos tratamentos no experimento. Todas as análises foram efetuadas no ambiente estatístico "R".

No primeiro experimento, foi possível observar que o comprimento radicular total (Figura 2a) não diferiu entre os materiais avaliados no regime hídrico de CC; entretanto, em condição de DH, o S33 apresentou o maior valor, diferindo dos demais materiais avaliados, e a Embrapa (CL) obteve o menor valor, porém não diferindo do R226. Com exceção do S33, os demais materiais não apresentaram diferença quando comparados nos dois regimes hídricos.

Para o volume total de raízes, não foi verificada diferença entre os materiais no regime de CC; já na condição de DH, os biotipos R150 e S33 apresentaram maior volume, porém não diferiram de BRS Pampa e S140 (Figura 2b). De modo geral, observou-se que os maiores valores foram obtidos no regime de DH, comparativamente ao CC, com média de valores entre 0,25 – 0,50 para o DH, e entre 0,22 – 0,33 para o CC. Esses resultados corroboram os de Kramer e Boyer (1995), que afirmam que, sob condição de estresse hídrico, as plantas têm aumento e melhor distribuição do sistema radicular, uma maior eficiência na absorção de água e o aumento da sensibilidade estomática, contribuindo para a manutenção da produtividade. Também pode-se visualizar que os biotipos de arroz-daninho apresentaram um maior volume de raízes em ambos os regimes, o que auxilia a explicar a alta capacidade competitiva da espécie daninha perante a cultura.

Quanto à massa seca de raízes, no regime de CC os biotipos suscetíveis a herbicidas, S33 e S140, apresentaram os maiores valores, porém não diferindo do material resistente R150. Em condição de DH, o S33 teve a maior massa seca de raízes, diferindo dos demais materiais. Foi possível visualizar que, no geral, em condição de deficiência hídrica, embora sem diferenças estatísticas, os materiais obtiveram maior média de massa seca do sistema radicular, com exceção de BRS Pampa.

O contraste no desenvolvimento do sistema radicular entre biotipos suscetíveis e resistentes

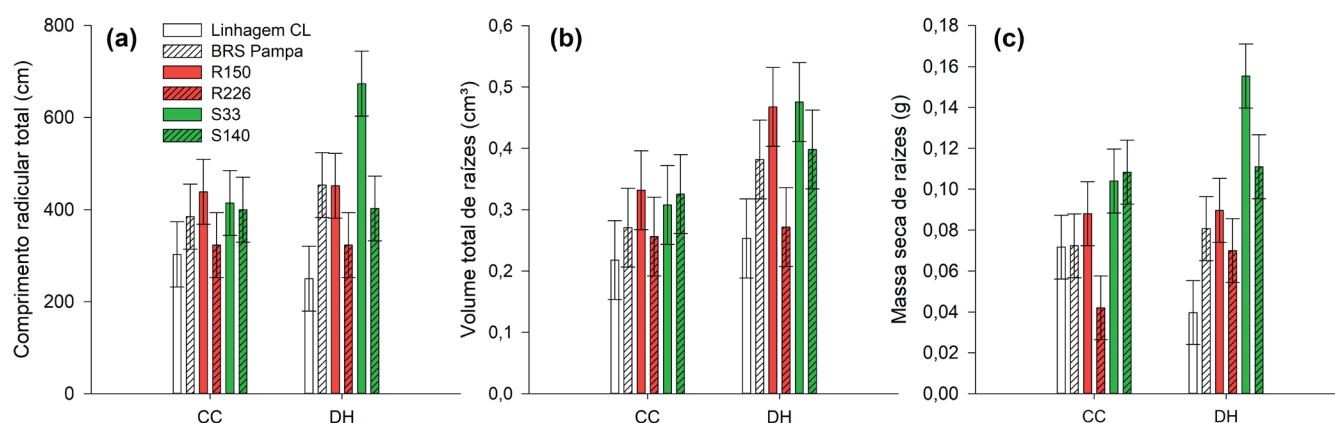


Figura 2. Comprimento radicular total (a), volume total de raízes (b) e massa seca de raízes (c) de cultivares de arroz irrigado e biotipos de arroz-daninho submetidos a dois regimes hídricos: capacidade de retenção de água do solo (CC) e déficit hídrico (DH). As médias foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade

pode ser devido ao valor adaptativo e às mudanças no desenvolvimento das plantas que estão associadas com a resistência. As diferenças na adaptabilidade ecológica entre esses biotipos são geralmente constatadas a partir da comparação de diferentes variáveis, tais como o vigor de planta, produtividade ou competitividade (MOREIRA et al., 2010), ou ainda dormência de sementes, época de florescimento, fitomassa produzida, entre outros (RADOSEVICH et al., 2007).

Com base nos resultados obtidos no segundo experimento, é possível comentar que, embora exista tendência de a época 3 apresentar plantas com maiores estaturas, principalmente para os biotipos Pampa, CL, S33 e S140, provavelmente devido às melhores condições climáticas durante esse período de crescimento e desenvolvimento do arroz, não é possível aferir diferenças estatísticas em nenhum dos materiais em relação à estatura entre as diferentes épocas (Figura 3a). Também fica visível a diferença de estatura de plantas entre os diferentes biotipos de arroz-daninho e as cultivares, em que no geral, os biotipos de arroz-daninho apresentam porte elevado, associado ao fato de serem selvagens e não melhorados para características agrônômicas desejáveis, como a baixa estatura (STRECK et al., 2008), produtividade e uniformidade de grãos. As cultivares de arroz tiveram uma média geral de 87 cm e 89 cm para CL e Pampa, respectivamente, enquanto que para o arroz-daninho a média entre os biotipos variou de 117 cm a 140 cm.

Para a variável número de colmos e porcentagem de panículas férteis (Figura 3b e 3c), não se observou diferenças estatísticas entre épocas, mas sim quanto ao intervalo de confiança da amostra, que mostrou grande variabilidade entre as repetições, principalmente entre os biotipos de arroz-daninho. A menor variabilidade entre as cultivares está relacionada com o melhoramento genético e as diversas fases de seleção até obtenção da uniformidade de variáveis, principalmente morfofisiológicas, para então se disponibilizar a nova cultivar. Porém, é possível observar tendência de maior número de colmos por planta nos biotipos de arroz-daninho, quando comparado com o arroz cultivado; segundo alguns autores, esse fato pode estar associado ao vigoroso crescimento vegetativo no início do estabelecimento dessas plantas (OLAJUMOKE et al., 2016).

Os resultados para número de grãos por panícula (Figura 3d), que está associado ao número total de grãos produzidos pela planta de arroz, não apresentaram diferença significativa para as diferentes épocas de semeadura. Da mesma forma, a massa de mil grãos também não apresentou diferenças estatísticas quanto à época de semeadura (Figura 3e). Segundo Schwanke et al. (2008), biotipos selvagens apresentam massa de mil grãos superior à das cultivares, devido às maiores dimensões de comprimento, largura e espessura dos grãos, fato que foi observado também nesse experimento. A massa média de mil grãos das cultivares foi de 23 g, enquanto que

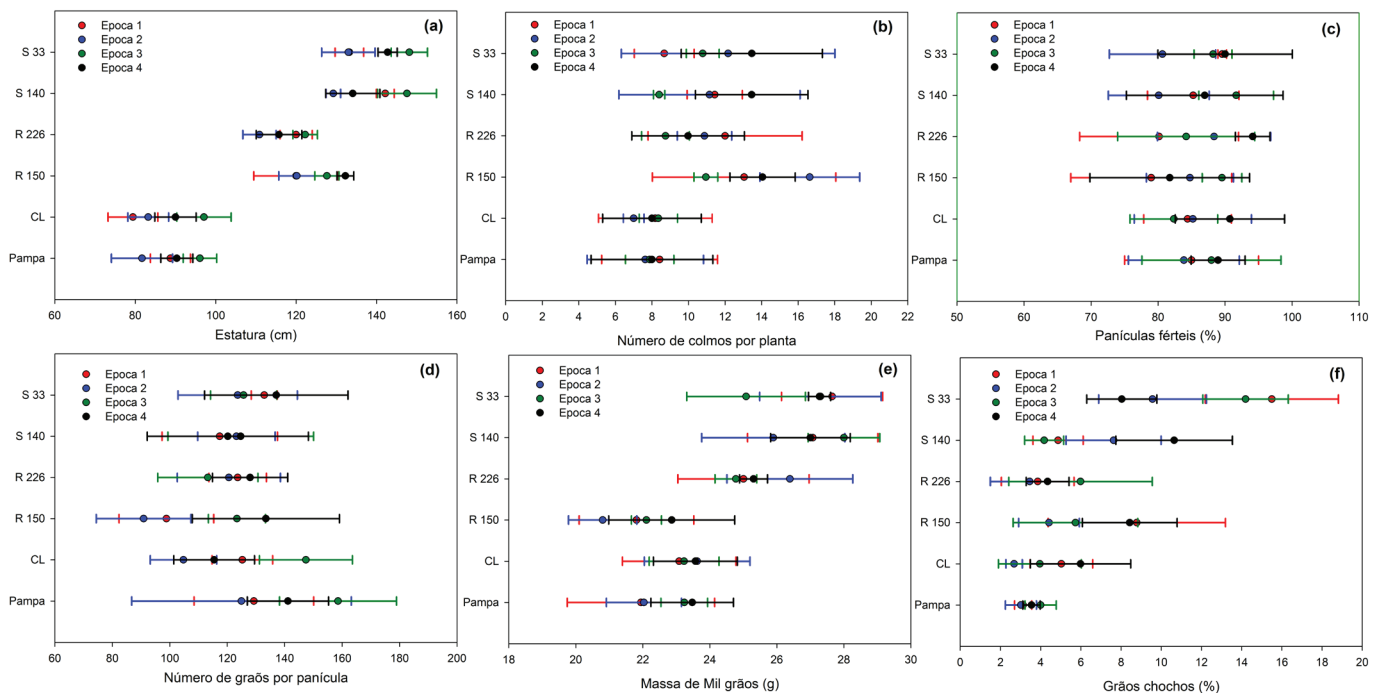


Figura 3. Estatura (a), número de colmos por planta (b), número de panículas férteis (c), número de grãos por panícula (d), massa de mil grãos (e) e porcentagem de grãos chochos (f) de diferentes genótipos de *Oryza sativa*, em diferentes épocas de semeadura.

a do arroz-daninho ficou entre 25 g e 27 g, com exceção da R150, que teve média de 22 g (dados não apresentados).

A porcentagem de grãos chochos é uma importante variável, pois está relacionada, principalmente, à sensibilidade da planta a baixas temperaturas no período reprodutivo, e também não foi influenciada pelas diferentes épocas de semeadura (Figura 3f). Porém, é possível observar tendência de maior porcentagem de grãos chochos nos biotipos de arroz-daninho, bem como maior variação entre as amostras. Fato associado também ao melhoramento genético, o que fica claro, quando observadas as médias da linhagem CL, a qual apresentou no máximo 5% de grãos chochos, enquanto que o genótipo S33 alcançou mais de 15%.

Visualmente, também foi observado o início da floração dos diferentes genótipos de *Oryza sativa*, em que verificou-se que todos os biotipos de arroz-daninho, independentemente da época avaliada, iniciaram a floração antes das cultivares, sendo em ordem de precocidade: R226 (mais precoce), S33, R150 e S140 (menos precoce). Além disso, foi observado que a maturação das sementes não é uniforme, degranando constantemente e, assim,

alimentando o banco de sementes do solo.

Esses experimentos evidenciam que, em condições de déficit hídrico, tem-se maior desenvolvimento do sistema radicular de cultivares de arroz irrigado e biotipos de arroz-daninho. A espécie daninha apresenta sistema radicular mais volumoso que a cultura, o que pode favorecer o potencial competitivo da mesma em diferentes condições. Biotipos resistentes de arroz-daninho têm menor crescimento radicular, comparativamente a biotipos suscetíveis. A época de semeadura não tem influência sobre nenhuma das variáveis avaliadas. O número de colmos por planta, a porcentagem de panículas férteis, a massa de mil grãos, o número de inserções e a porcentagem de grãos chochos não diferiram estatisticamente entre os materiais estudados, o que indica que as condições edafoclimáticas e de manejo podem não ter sido significativas, durante esse período de condução do experimento, sobre o desempenho de sobrevivência e reprodução dos biotipos de arroz-daninho.

Referências

AGOSTINETTO, D.; FLECK, N. G.; RIZZARDI, M. A.; MEROTTO JUNIOR, A.; VIDAL, R. A. Arroz vermelho: ecofisiologia e estratégias de controle. **Ciência Rural**, v. 31, n. 2, p. 341-349, 2001.

CHIN, D. V. Biology and management of barnyardgrass, red sprangletop and weedy rice. **Weed Biology and Management**, v. 1, p. 37-41, 2001.

CONAB COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – Décimo segundo levantamento - Safra 2015/2016**. 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 13 maio 2017.

HEAP, I. **The International Survey of Herbicide Resistant Weeds**. Online. Internet. Disponível em: <<http://www.weedscience.com>>. Acesso em: 14 maio 2017.

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. **Water relations of plants and soils**. San Diego: Academic Press, 1995. 495 p.

MOREIRA, M. S.; MELO, M. S. C.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Crescimento diferencial de biótipos de *Conyza* spp. resistente e suscetível ao herbicida glifosato. **Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 591-598, 2010.

RADOSEVICH, S. R.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Ecology of weeds and invasive plants: Relationship to agriculture and natural resource management**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 2007. 454 p.

OLAJUMOKE, B.; JURAIMI, A. S.; UDDIN, M. K.; HUSNI, M. H. A.; ALAM, M. A. Competitive ability of cultivated rice against weedy rice biotypes: a review. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 76, n. 2, p. 243-252, 2016.

SCHWANKE, A. M. L.; ANDRES, A.; NOLDIN, J. A.; CONCENÇO, G.; PROCÓPIO, S. O. Avaliação de germinação e dormência de ecótipos de arroz-vermelho. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 497-505, 2008.

STRECK, N. A.; MICHELON, S.; KRUSE, N. D.; BOSCO, L. C.; LAGO, I.; MARCOLIN, E.; PAULA, G. M.; SAMBORANHA, F. K. Comparação de parâmetros de crescimento e desenvolvimento de dois biótipos de arroz vermelho com genótipos de arroz irrigado. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 349-360, 2008.

SOSBAI (SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO). **Arroz Irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/upload/20141205095320r/ecomendacoes_tecnicas_sosbai_2014.pdf>. Acesso em: 15 maio 2017.

VARGAS, R. **Herbicide resistance**. The University of Arizona. Disponível em: <<http://ag.arizona.edu/crops/pesticides/papers/herbresis.html>>. Acesso em: 22 maio 2017.

Comunicado Técnico, 354

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Clima Temperado
Endereço: BR 392, Km 78, Caixa Postal 403
Pelotas, RS - CEP 96010-971
Fone: (53)3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco/sac



1ª edição
Obra digitalizada (2017)

Comitê de Publicações

Presidente: Ana Cristina Richter Krolow
Vice-Presidente: Enio Egon Sosinski Junior
Secretária-Executiva: Bárbara Chevallier Cosenza
Membros: Ana Luíza Barragana Viegas, Fernando Jackson, Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon

Expediente

Revisão do texto: Bárbara C. Cosenza
Normalização bibliográfica: Marilaine Schaun Pelufê
Editoração eletrônica: Fernando Jackson